

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-264708

(P2000-264708A)

(43) 公開日 平成12年9月28日(2000.9.26)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード*(参考) |
|-----------------------------|------|---------------|------------|
| C 0 4 B 28/04 | | C 0 4 B 28/04 | 4 G 0 1 2 |
| B 2 8 C 5/40 | | B 2 8 C 5/40 | 4 G 0 5 6 |
| C 0 4 B 16/06 | | C 0 4 B 16/06 | E |
| // (C 0 4 B 28/04 16:06) | | | |

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

| | | | |
|-----------|-----------------------|----------|---------------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願平11-78478 | (71) 出願人 | 000003160 東洋紡績株式会社 大阪府大阪市北区堂島浜2丁目2番8号 |
| (22) 出願日 | 平成11年3月23日(1999.3.23) | (72) 発明者 | 宮坂 忠与 大阪市北区堂島浜二丁目2番8号 東洋紡 績株式会社本社内 |
| | | (72) 発明者 | 三井 宜之 熊本市黒髪二丁目39番1号 熊本大学工学 部内 |
| | | (72) 発明者 | 村上 聖 熊本市黒髪二丁目39番1号 熊本大学工学 部内 |

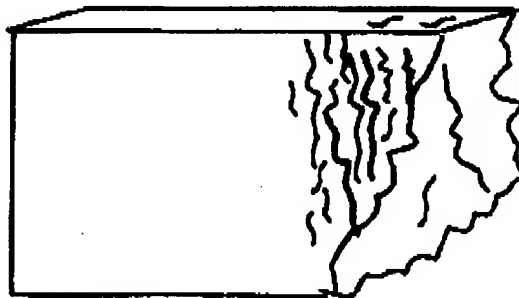
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高靱性繊維補強セメント製品およびその製造法

(57) 【要約】

【課題】高い曲げ強度・圧縮強度およびタフネスを有し、かつ耐衝撃性に優れた高靱性繊維補強セメント製品およびその簡便な製造法を提供すること。

【解決手段】繊維長が15~60mm、直径5~300μ、強度が20g/デニール以上、弾性率が500/デニール以上の高強度・高弾性率繊維が容量分率で0.2~5%分散して含有してなる高靱性繊維補強セメント製品および前記高強度・高弾性率繊維をセメントと混練して当該繊維を分離・分散せしめる高靱性繊維補強セメント製品の製造法。



(2) 000-264708 (P2000-ch08)

【特許請求の範囲】

【請求項1】繊維長が15～60mm、直径5～300μmの高強度・高弾性率繊維が容積混入率で0.2～5%分散して含有してなることを特徴とする高靱性繊維補強セメント製品。

【請求項2】高強度・高弾性率繊維が高強度・高弾性率ポリオレフィン繊維であることを特徴とする請求項1記載の高靱性繊維補強セメント製品。

【請求項3】高強度・高弾性率繊維の引張強度が20g/デニール以上、弾性率が500g/デニール以上であることを特徴とする請求項1記載の高靱性繊維補強セメント製品。

【請求項4】高強度・高弾性繊維が繊維表面に多数の縦長の条溝を有し、横断面偏平化率が1.7以上であることを特徴とする請求項1記載の高靱性繊維補強セメント製品。

【請求項5】曲げ強度試験(JIS-R-5201に準拠)による加力試験の破壊形態で複数ひび割れが生成することを特徴とする請求項1記載の高靱性繊維補強セメント製品。

【請求項6】曲げ強度試験(JIS-R-5201に準拠)による曲げ応力-たわみ曲線で最大曲げ強度の50%低下するまでのタフネスが無補強セメント製品に比べ15倍以上であることを特徴とする請求項1記載の高靱性繊維補強セメント製品。

【請求項7】曲げ強度(JIS-R-5201に準拠)が15Mpa以上及び圧縮強度(JIS-R-5201に準拠)が60Mpa以上であることを特徴とする請求項1記載の高靱性繊維補強セメント製品。

【請求項8】繊維長15～60mm、直径5～300μmの高強度・高弾性繊維をセメントと混練して当該繊維を分離・分散させることを特徴とする高靱性繊維補強セメント製品の製造方法。

【請求項9】高強度・高弾性繊維をセメントと混練する前に、骨材、混和材等と予めブレミックスすることを特徴とする請求項8記載の高靱性繊維補強セメント製品の製造方法。

【請求項10】高強度・高弾性繊維にポリビニルアルコール等の可溶性樹脂で複数本収束させ、その後セメントと混練することを特徴とする請求項8記載の高靱性繊維補強セメント製品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は一般的にはセメントマトリックスに混練が難しいとされるカット長15～60mm、直径5～300μmのセメント強化用繊維で補強してなる特に高い曲げ強度・圧縮強度およびタフネスを有し、耐衝撃性に優れた高靱性繊維補強セメント製品およびその製造法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来よりアスベスト代替繊維としてポリオレフィン、アクリルやビニロンを曲げ強度の改善やひび割れ防止の目的でセメント強化用繊維として補強された繊維補強セメント製品がスレートや補修用モルタルとして利用されてきた。一方、高弾性率繊維はその特性を活かして耐衝撃材、ロープ及びコンポジット補強材、等として用いられてきた。

【0003】昨今耐震補強の必要性や建物の高層化のため高い曲げ強度・圧縮強度・タフネスを有し、耐衝撃性に優れた繊維補強セメント製品が求められているが、一般のポリオレフィン、アクリル、ビニロンでは十分な曲げ強度・圧縮強度が出ないという問題があった。またセメントマトリックスとの接着性の良いアクリルやビニロンでは繊維の破断によりタフネスが低いという問題があった。一方、セメントマトリックスとの接着性の悪いポリオレフィンは繊維のすり抜けが起こり、十分な強度が出ないという問題があった。ポリオレフィンの性能をあげるためには繊維径を細くし、マトリックスとの接触面積を増加させカット長を長くする事が好ましいが、マトリックスへの分散性が悪くなるという問題があった。厚みが繊維長に対し十分薄い押出し形成板やスレート製品等では繊維は平面方向に配向するため繊維長が15mm程度以下でも強度は確保される。このためアスベスト代替繊維としては15mm以下の繊維が用いられている。一方、繊維長に対して十分厚いセメント製品や更にセメント補強用繊維と接着性に乏しい骨材が混入された一般的なコンクリート製品では繊維は3次元的にランダムに分散するため繊維長は長い方が好ましいが、従来、繊維長15mm以上の繊維をセメントマトリックスへ分散させることは困難であった。15mm以上、繊維径5～300μmの繊維をセメントマトリックスに分散させるためには繊維を複数本樹脂加工し、ロット状にする必要があった。一般的にロット状にすると分散性は改善するがマトリックスとの接着表面積が減少し繊維のすり抜けが起こり易くなり、十分な強度がでないという問題があった。繊維径の細い短繊維として炭素繊維、アラミド繊維等の高弾性率繊維をセメント補強用繊維として用いることも可能であるが、炭素繊維等の剛性のある繊維は混練時に繊維折れや、混練が難しい等の問題があった。またパラアラミド繊維は耐アルカリ性や耐光性等の耐久性が劣る等の問題があり耐アルカリ樹脂加工された鉄筋代替製品などに用途が限定されるという問題があった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、高い曲げ強度・圧縮強度およびタフネスを有し、かつ耐衝撃性に優れた高靱性繊維補強セメント製品および従来混練が難しいとされた繊維長15～60mm、繊維径5～300μmの繊維を補強してなる高靱性繊維補強セメント製品の簡便な製造法を提供することを課題とする。

【0005】

(3) 000-264708 (P2000-ch 娃

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決すべく鋭意研究を重ね、耐震等のプレキャストコンクリートや補強コンクリートとして特に好適な高靱性繊維補強セメント製品を提供するために下記の手段をとる。

【0006】即ち、第1の発明は、繊維長が15～60mm、更に好ましくは25～60mmの高強度・高弾性率繊維を容積混入率で0.2～5%分散して含有してなることを特徴とする高靱性繊維補強セメント製品である。具体的には、高弾性率ポリオレフィン繊維の引張り強度が少なくとも20g/デニール以上、弾性率が500g/デニール以上であることを特徴とする高靱性繊維補強セメント製品である。また加力試験の破壊形態で複数ひび割れが生成することを特徴とし、タフネスが無補強セメント製品に比べ15倍以上好ましくは30倍以上の繊維補強セメント製品である。更に曲げ強度15MPa以上圧縮強度が60MPa以上であることを特徴とする高靱性繊維補強セメント製品である。更に第2の発明は、繊維長15～60mm、直径5～300μmの高強度・高弾性繊維をセメントと混練して当該繊維を分離・分散させることを特徴とする高靱性繊維補強セメント製品の製造方法である。そして具体的には高強度・高弾性繊維をセメントと混練する前に、骨材、混和材等と予めブレミックスすることを特徴とする上記記載の高靱性繊維補強セメント製品の製造方法、高強度・高弾性繊維にポリビニルアルコール等の可溶性樹脂で複数収束させ、その後セメントと混練することを特徴とする上記記載の高靱性繊維補強セメント製品の製造方法である。

【0007】以下に本発明を詳細に説明する。本発明の高靱性繊維補強セメント製品において好適に用いることのできる高強度・高弾性率繊維としては、超高分子量のポリオレフィン繊維があげられる。繊維を製造する手段はゲル紡糸法が一般的であるが別の方法を採用することも可能である。得られた繊維の表面形状は平滑より、横断面偏平で縦長の条溝を有する方が好ましい。繊維表面に縦長の条溝を有し、横断面偏平化率が1.7以上、繊維径が5μm～300μm、引張り強度20g/デニール以上、弾性率が500g/デニール以上であることが好ましい。各々20g/デニール、500g/デニール以下では補強効果があまり認められない。ポリオレフィンとしてはポリエチレンやポリプロピレンが一般的であるが特に規定される物ではない。また本発明に用いられる超高分子量のポリオレフィン繊維はセメントアルカリ性下でも非常に安定であり、耐光性にも優れるため本発明の高靱性繊維補強セメント製品は耐久性に優れる。更に超高分子量のポリオレフィン繊維は屈曲性、耐磨耗性に優れるため混練時の繊維折れもなく、また単位重量当たりの衝撃エネルギー吸収率が高いため本発明の高靱性繊維補強セメント製品は耐衝撃性に優れている。

【0008】発明者は、本発明の高靱性繊維補強セメン

ト製品の曲げ強度・圧縮強度、タフネスや耐衝撃性を向上させるための好適に用いるセメント補強用繊維としてカット長が15～60mmである必要であることを明らかにした。本発明のセメント補強用繊維として好適な高強度・高弾性率ポリオレフィンは一一般的にセメントマトリックスとの接着性が低い。また接着性に乏しい骨材が混入されたセメント製品では更にセメントマトリックスとセメント補強用繊維との接着性を上げる必要がある。繊維のすり抜けを防ぎ曲げ強度・圧縮強度およびタフネスを向上させるためにはカット長が15～60mmであることが必要である。好ましくは20mm以上、更に好ましくは25～60mmである。60mmをこえて長くなるとセメントマトリックスに対する分散性が悪く混練が困難となる。またセメント補強用繊維のすり抜けを防ぐという観点からすると繊維径を細くし、繊維とマトリックスとの接触表面積を増す必要がある。好ましくは5μm～300μmである。更に好ましくは10μm～300μmである。300μmをこえると表面積が減少しすり抜けがおこり、5μm以下になるとセメントマトリックスに対する分散性が低下する。またセメントマトリックスとの接着性をあげるためには繊維表面形状は平滑より横断面偏平で縦長の条溝を有する方が好ましい。好ましくは横断面偏平化率が1.7以上である。

【0009】セメント補強用繊維は繊維の強度を最大限発揮させるためにはセメントマトリックス中に均一に単糸レベルまで分散し、かつ3次元的に直線的に配向することが好ましいが、単糸まで完全に開繊することは一般的に困難で、また単糸自身では剛性が不十分で配向性は低い。むしろ繊維束としてセメントマトリックスに分散させても部分的には一部開繊し繊維束中にもある程度マトリックスが入り込み付着し、配向性も確保される。従ってセメント補強用繊維としては抽利等により繊維束形態のカット品が好ましい。更に分散性を向上させるために繊維端面を一部融着させたものおよびボパール等の水溶性樹脂で収束させた繊維を使用しても良い。繊維束および収束繊維の形態としては丸断面形状より偏平である方が分散性・セメントマトリックスとの付着性が良い。従って好ましくは絞りローラー等を通過させ偏平の形状を持たせた繊維束、収束繊維が好ましい。更に繊維表面を親水化する等分散性を向上させ単糸まで完全に均一に分散させてもよい。

【0010】高強度・高弾性率繊維本発明に好適な繊維補強セメント製品の練混方法としてはポリオレフィン繊維が一般的に比重が1.0以下であり水より軽く混練時に浮き上がってしまうためセメント、骨材、混和材と予めブレミックスした後に水減水剤を添加して混練するのが繊維の分散性、ひいてはセメント製品の靱性を向上せしめる観点から好ましいが、繊維表面を親水化する等十分に分散できる場合は水、減水材を添加した後にセメント補強繊維を添加しても良い。また本発明において、高

(4) 000-264708 (P2000-\$%顔姓

強力・高弾性率繊維は0.2〜5%含まれていることが好ましい。更に好ましくは0.75%〜2%である。繊維の含有量が5%より大きいとセメントマトリックスへの練交ぜが困難となり、コスト的にも高くなる。また0.2%以下ではあまり補強効果は認められない。

【0011】ポリオレフィン繊維補強コンクリートにおいて耐衝撃性をあげるためには複数ひび割れ(図1)によりセメントマトリックス全体にひび割れを拡散させることが必要である。一般的に複数ひび割れは繊維をロット状に固めると発生せず(図2)、複数ひび割れの発生し易い繊維束形態のセメント補強用繊維が好ましいが繊維端面を一部融着させたものおよびポパール等の可溶性樹脂で収束させたセメント補強用繊維を使用しても良い。この複数ひび割れは繊維とセメントマトリックスの化学的な接着性を上げると一般的にできにくくなる。複数ひび割れの形成するセメント補強用繊維としてはむしろある程度繊維のすり抜けの起こるポリオレフィン繊維特にポリエチレン繊維が好ましい。

【0012】本発明の繊維補強セメント製品を耐震壁や衝撃吸収部材として使用する場合、十分な曲げ強度、圧縮強度、およびタフネスが必要である。曲げ強度(JI

S-R-5201に準拠)が15Mpa以上・圧縮強度(JIS-R-5201に準拠)が60Mpa以上であることが好ましい。更にタフネスについては繊維無補強コンクリートに対して15倍以上が好ましく、30倍以上が更に好ましい。

【0013】以下に、本発明の繊維補強モルタルの実施例を記載するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0014】本発明で用いた実験方法を以下に示す。表-1に使用材料、表-2に使用した繊維タイプの一覧を示す。PE-1、PE-1'は通常のポリエチレン原糸を繊維束形態にカットしたもの、PE-2はカット端面を部分的に融着させたもの、PE-3はポリビニルアルコール剤で繊維束をある固さで絞りローラーを適し偏平に収束させたもの、PE-4は対照サンプルとして合成樹脂によりロット状に加工したものである。PE-5、PE-5'は親水性付与を目的に表面酸化処理したものである。カット長はPE-1'、PE-5'が5mmそれ以外は30mmである。

【0015】

【表1】

| | |
|------|----------------------|
| セメント | 早強ポルトランドセメント、比重=3.13 |
| 細骨材 | 豊浦敦陸砂(川原準砂)、比重=2.7 |
| 混和材 | シリカフューム、比重=2.2 |
| 混和剤 | 高性能A/E減水剤(補助A/E剤無混入) |
| 繊維 | 高強力・高弾性率ポリエチレン繊維 |

【0016】

【表2】

| 記号 | タイプ | 比重 | 繊維径 (MM) | 繊維長 (MM) | 引張強度 (MPA) | 引張弾性率 (GPA) |
|-------|---------|------|-------------|-------------|---------------|----------------|
| PE-1' | 通常カット品 | 0.97 | 12 | 5 | 2580 | 73 |
| PE-1 | 通常カット品 | 0.97 | 12 | 30 | 2580 | 73 |
| PE-2 | カット端面融着 | 0.97 | 12 | 30 | 2580 | 73 |
| PE-3 | ポパール処理品 | 0.99 | 12 | 30 | 2590 | 77 |
| PE-4 | ロット状 | 0.97 | 540 | 30 | 1770 | 42 |
| PE-5' | 表面酸化処理 | 0.97 | 12 | 5 | 2520 | 74 |
| PE-5 | 表面酸化処理 | 0.97 | 12 | 30 | 2520 | 74 |

【0017】イ、割合：各実施例の使用割合をまとめて表-3に示す。なおすべての割合でシリカフューム混入率(Si/C)は対セメント質量比で10%、砂結合材比(S/B)は60%、高性能A/E減水剤混入率(SP/B)は対

結合材質量比で2.0%一定とした。またフロー値の測定値を表中に併記している。

【0018】

【表3】

(5) 000-264708 (P2000-ch 確姓)

| | 繊維タイプ | VF (%) | W/B (WT%) | SI/C (WT%) | SP/B (WT%) | SP/B (WT%) | FLOW (MM) |
|-------|-------|-----------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| 比較例 1 | | 0 | 40 | 10 | 60 | 2.0 | 198 |
| 比較例 2 | | 0 | 33 | 10 | 60 | 2.0 | 158 |
| 比較例 3 | PE-1 | 2 | 33 | 10 | 60 | 2.0 | 198 |
| 比較例 4 | PE-1' | 2 | 33 | 10 | 60 | 2.0 | 153 |
| 比較例 5 | PE-5' | 2 | 33 | 10 | 60 | 2.0 | 143 |
| 実施例 1 | PE-1 | 1 | 33 | 10 | 60 | 2.0 | 181 |
| 実施例 2 | PE-1 | 2 | 33 | 10 | 60 | 2.0 | 142 |
| 実施例 3 | PE-1 | 3 | 33 | 10 | 60 | 2.0 | 122 |
| 実施例 4 | PE-2 | 2 | 33 | 10 | 60 | 2.0 | 126 |
| 実施例 5 | PE-3 | 2 | 33 | 10 | 60 | 2.0 | 133 |
| 実施例 6 | PE-5 | 2 | 33 | 10 | 60 | 2.0 | 137 |

【0019】ロ。混練：混練には容量5 lのオムニミキサーを使用した。練混手順は、セメント、珪砂、シリカフュームを15秒間空練り、繊維を投入し30秒間空練りした後、水と高性能減水剤を投入し4分間練混ぜした。

【0020】ハ。供試体：供試体は、圧縮試験に $50 \times 100 \text{ mm}$ 円柱供試体、曲げ試験に $40 \times 40 \times 160 \text{ mm}$ 角柱供試体を用い、木槌と金でこによる手詰めて供試体を同一条件ごとに各3体ずつ作製した。供試体は、標準養生材齢14日後強度試験に供した。

【0021】ヘ。加力試験：圧縮試験は最大荷重を測定し、圧縮強度を求めた。また曲げ試験は、JIS R5201に準拠し、最大荷重を測定し、曲げ強度を求めた。なお、タフネスは荷重と試験機クロスヘッド変位の関係をX-Yレコーダー（横河電機製）により記録し、最大荷重の50%まで低下する変位までの曲げ応力-たわみ曲線下の面積を求め、繊維無混入の比較例2の面積を1とし面積比として求めた。

【0022】

【実施例】（比較例1、2）繊維無混入にて上記実験法により曲げ強度、圧縮強度を測定した。

（比較例3）高強力・高弾性率ポリエチレン繊維（繊維径 12μ 、1200デニール）の繊維束をポリビニル系樹脂で含浸し丸断面のロット状に加工し通常の刃先を良く研いだ条件で30 mmにカットし上記実験法により繊維容積混入率2%で曲げ強度と圧縮強度を測定した。

（比較例4、5）高強力・高弾性率ポリエチレン繊維（繊維径 12μ 、2400デニール）の繊維および同繊維をコロナ処理により表面を酸化させ親水化させた繊維

束を通常の刃先を良く研いだ条件で5 mmにカットし曲げ強度、圧縮強度を測定した。

【0023】（実施例1～3）比較例4と同様にして30 mmにカットしそれぞれ繊維容積混入率1%、2%、3%の繊維を混練し曲げ試験、圧縮強度試験を測定した。

【0024】（実施例4）比較例4の高強力・高弾性率ポリエチレン繊維を用い刃先をやや鈍らせた条件で30 mmにカットし部分的に端面を融着させ比較例3と同様に曲げ強度、圧縮強度を測定した。

【0025】（実施例5）高強力・高弾性率ポリエチレン繊維（繊維径 12μ 、1600デニール）をボパールで含浸した後、絞りローラを通過させ偏平に収束させた繊維を通常の刃先を良く研いだ条件で30 mmにカットし比較例3と同様に曲げ強度、圧縮強度を測定した。

【0026】（実施例6）比較例5と同様にして高強力・高弾性率ポリエチレン繊維をコロナ処理により表面を酸化させ親水化させた繊維を通常の刃先を良く研いだ条件で30 mmにカットし比較例5と同様に曲げ強度、圧縮強度を測定した。

【0027】上記実施例及び比較例における製造条件を表3に、得られた繊維補強セメントの物性を表4に示す。尚、表3中 V_f ：繊維体積率（外割）、 W/B ：水結合材比、 $B=C+S_1$ 、 C ：セメント、 S_1 ：シリカフューム、 W ：水、 S ：珪砂、 S_p ：高性能減水剤、 F ：繊維を示す。

【0028】

【表4】

(6) 000-264708 (P2000-ch208)

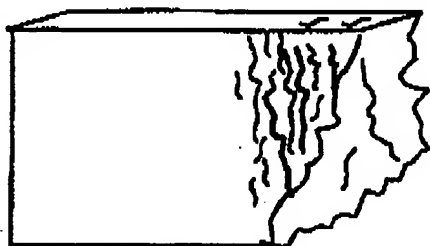
| | 繊維タイプ | Vf (%) | 圧縮強度 (MPA) | 曲げ強度 (MPA) | | タフネス |
|-------|-------|-----------|---------------|------------|---------|------|
| | | | | Cracking | Maximum | |
| 比較例 1 | | 0 | 59.0 | 12.3 | 12.3 | — |
| 比較例 2 | | 0 | 71.1 | 12.0 | 12.0 | 1.0 |
| 比較例 3 | PR-4 | 2 | 75.6 | 11.9 | 11.9 | 8.6 |
| 比較例 4 | PE-1' | 2 | 74.5 | 11.8 | 13.2 | 14.8 |
| 比較例 5 | PE-5' | 2 | 75.5 | 12.4 | 13.4 | 14.3 |
| 実施例 1 | PE-1 | 1 | 83.5 | 11.9 | 16.1 | 16.6 |
| 実施例 2 | PE-1 | 2 | 81.3 | 12.8 | 17.5 | 54.2 |
| 実施例 3 | PE-1 | 3 | 83.2 | 12.5 | 20.0 | 76.1 |
| 実施例 4 | PE-2 | 2 | 77.3 | 12.7 | 17.6 | 53.6 |
| 実施例 5 | PE-3 | 2 | 72.6 | 11.6 | 16.3 | 46.5 |
| 実施例 6 | PE-5 | 2 | 80.3 | 12.0 | 15.2 | 45.7 |

【0029】

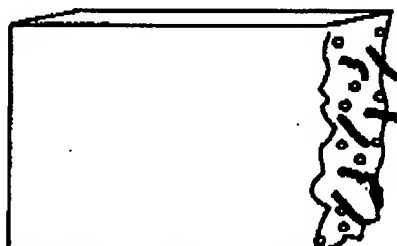
【発明の効果】本発明によると、高い曲げ強度・圧縮強度およびタフネスを有し、かつ耐衝撃性に優れ、耐震

壁、建造物の衝撃吸収部材、等に最適な高靱性繊維補強セメント製品およびその簡便な製造法を提供することを可能とした。

【図1】



【図2】



【手続補正書】

【提出日】平成11年5月31日(1999.5.31)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の繊維補強コンクリートの破壊形態の一例を示した概要図。

【図2】一般的な繊維補強コンクリートの破壊形態の一例を示した概要図。

フロントページの続き

(51) Int. Cl.?

(C04B 28/04
16:06)

(C04B 28/04
16:06)

(C04B 28/04

識別記号

F1

キーワード(参考)

:(7) 000-264708 (P2000-稼.08

16:06)

Fターム(参考) 4G012 PA04 PA24 PB04 PC03 PC11

PC12

4G056 CB23